

**Istituto Tecnico Aeronautico Statale “Euclide”
Seminari di Meteorologia**

Corso Avanzato sul sondaggio termodinamico dell’atmosfera

**A cura di Vittorio Villasmunta
Previsore del Servizio Meteorologico dell’Aeronautica Militare**

1

**Corso Avanzato sul sondaggio
termodinamico dell'atmosfera**

**Presentazione del
corso**

Il corso, articolato
in 5 lezioni teoriche
e pratiche, punta a
fornire ai
frequentatori le
cognizioni di base e
avanzate per trarre
dal sondaggio
termodinamico
dell'atmosfera tutte
le più importanti
informazioni ai fini
sia dell'analisi sia
delle previsioni.

Nel primo incontro, tratteremo i seguenti argomenti:

1. Il radiosondaggio



2. Decodifica del TEMP

```
USIV01 LIEV 201200
TFAA 70111 16320
99002 18266 17019 00019 17061 18521 92671 08456 20515
85363 02656 21515 70901 08336 20019 50543 27358 24015
40699 39162 22015 30893 43381 22031 25016 43586 22020
20165 45585 23025 15356 48784 24021 10621 54383 32009
88321 45572 20046
77999=
```

Corso Avanzato sul sondaggio termodinamico dell'atmosfera

Prerequisiti

- **Concetto di interpolazione**
- **Definizioni ed unità di misura di temperatura e di pressione atmosferica.**
- **Definizioni ed unità di misura di umidità assoluta, relativa, specifica, rapporto di mescolamento.**
- **Processi adiabatici e pseudoadiabatici**

Corso Avanzato sul sondaggio termodinamico dell'atmosfera

Materiali necessari

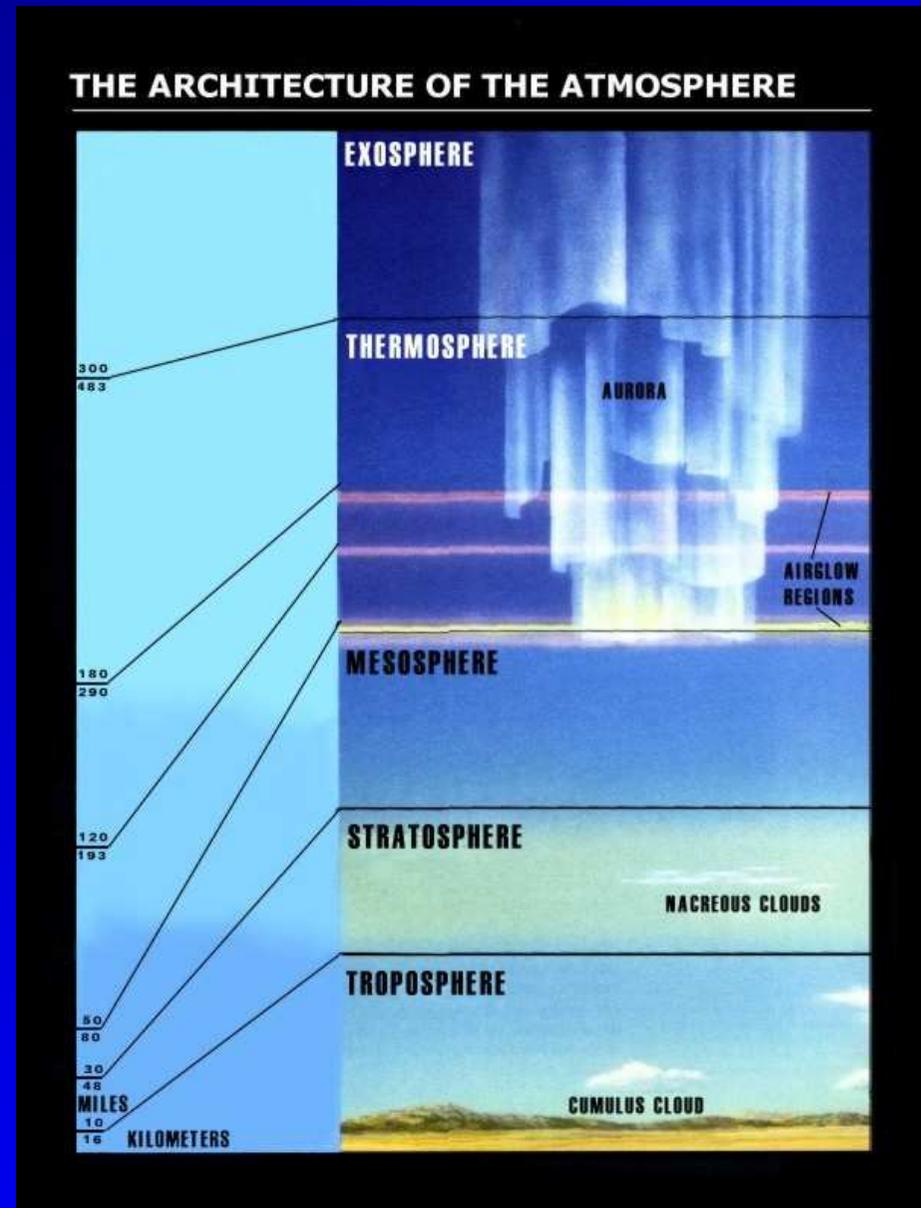
- **Diagramma termodinamico (nomogramma di Herlofson)**
- **carta**
- **penna**
- **matita**
- **matite colorate (rosso, giallo, verde, blu)**
- **gomma**
- **righello**

Corso Avanzato sul sondaggio termodinamico dell'atmosfera

Parte I:

il radiosondaggio

Col progredire degli studi meteorologici, si è palesata sempre più la necessità di non limitare le osservazioni agli strati più bassi dell'atmosfera, ma di estenderli a quelli più alti, dove avvengono movimenti di grandi masse d'aria e di sistemi che esercitano un'influenza determinante sui fenomeni atmosferici degli strati inferiori.



Lo strumento che ha reso possibile tale estensione dei rilevamenti meteorologici è la **radiosonda**, inventata fin dal 1927, ma giunta molto più tardi ad un conveniente stadio di perfezionamento, con il progredire della tecnica elettronica.

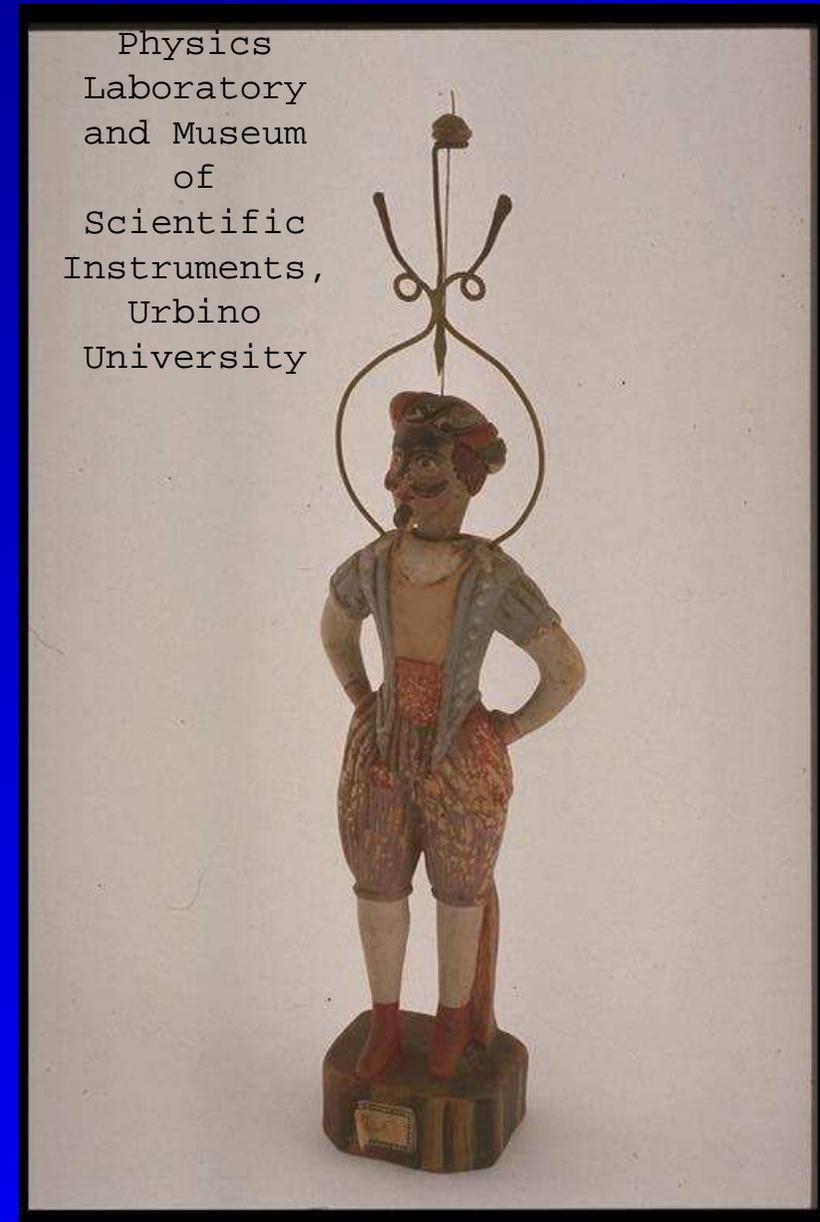


Moderni sensori igrometrici ...

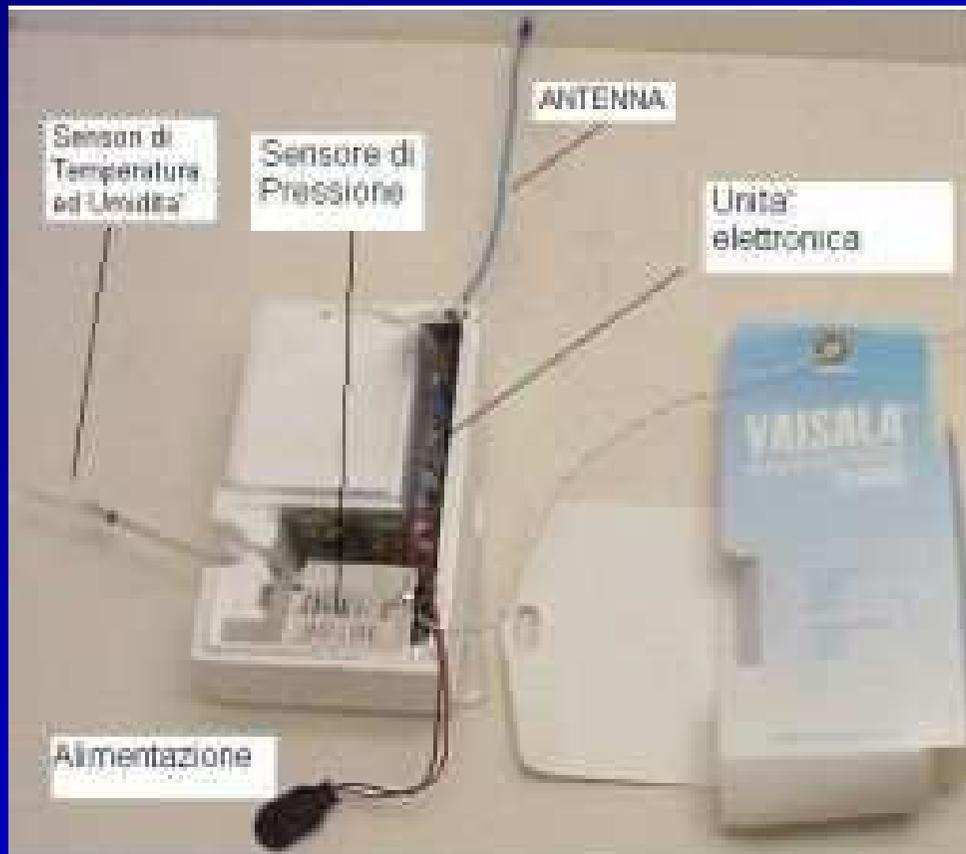
Periodo di costruzione:
Fine del XVIII secolo

Materiale utilizzato:
Terracotta, budello
animale, ferro

La testa del pupazzo
ruota verso la sua
sinistra quando l'aria è
umida e verso la sua
destra quando è più
secca.



La radiosonda consta di un minuscolo radiotrasmettitore automatico allo stato solido, funzionante sulla gamma delle ultrafrequenze (U.H.F.).



Il trasmettitore è collegato ad elementi sensibili alla temperatura, alla pressione ed alla umidità atmosferica che ne modulano variamente i segnali, permettendo di risalire ai valori dei predetti parametri.

- La radiosonda viene lanciata nel cielo appesa ad un pallone in lattice, che può raggiungere quote anche oltre i 30000 metri.
- Il pallone viene gonfiato con gas elio.



- Negli anni passati, si utilizzava l'**idrogeno** per riempire i palloni.
- Pur essendo un gas poco costoso, tuttavia l'uso dell'idrogeno comportava dei rischi, essendo un gas facilmente incendiabile.
- Oggi si utilizza l'**elio** purissimo, più costoso ma sicuro, in quanto inerte.



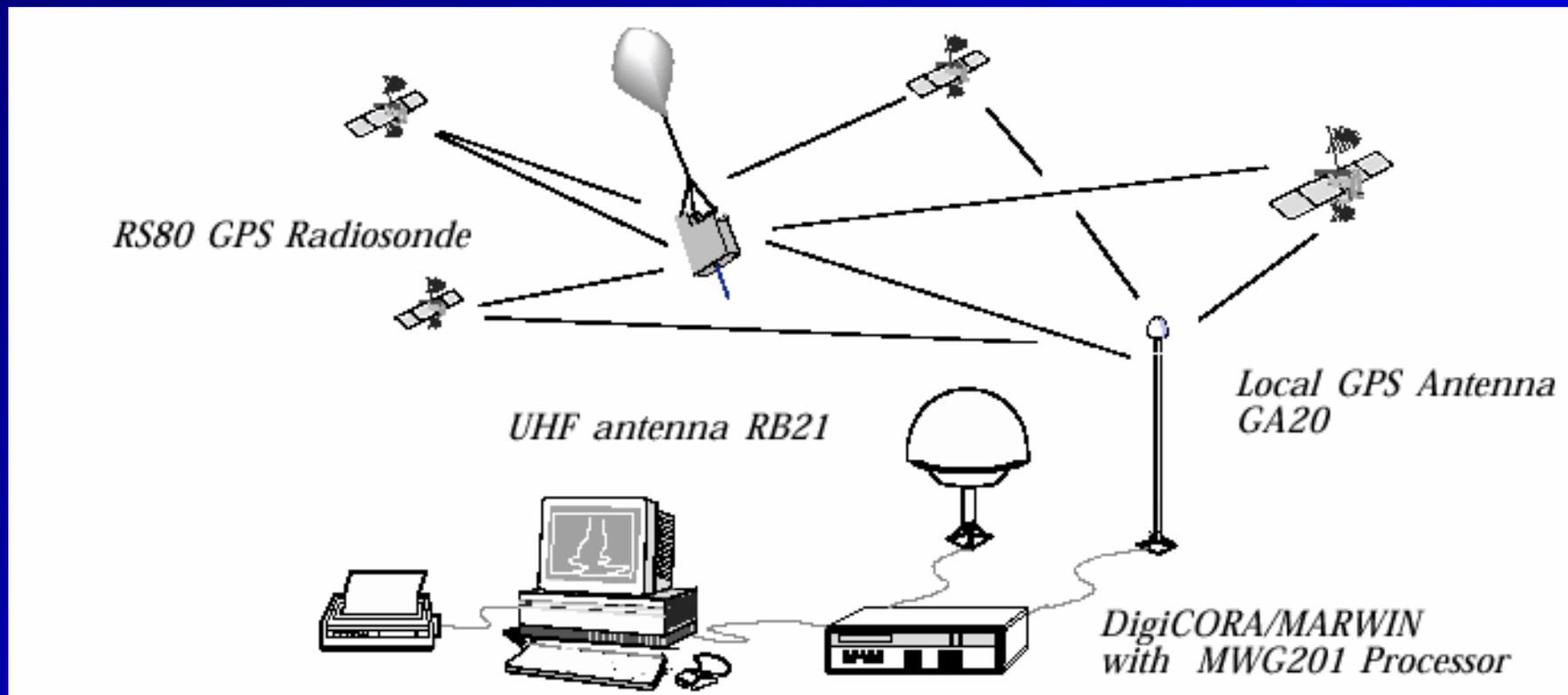
- Eseguito il lancio, la radiosonda inizia la sua ascesa, trasmettendo i dati rilevati man mano che s'innalza.

- Un sensibilissimo ricevitore posto a terra provvede a raccogliere i segnali trasmessi dall'apparecchio e a decodificarli.

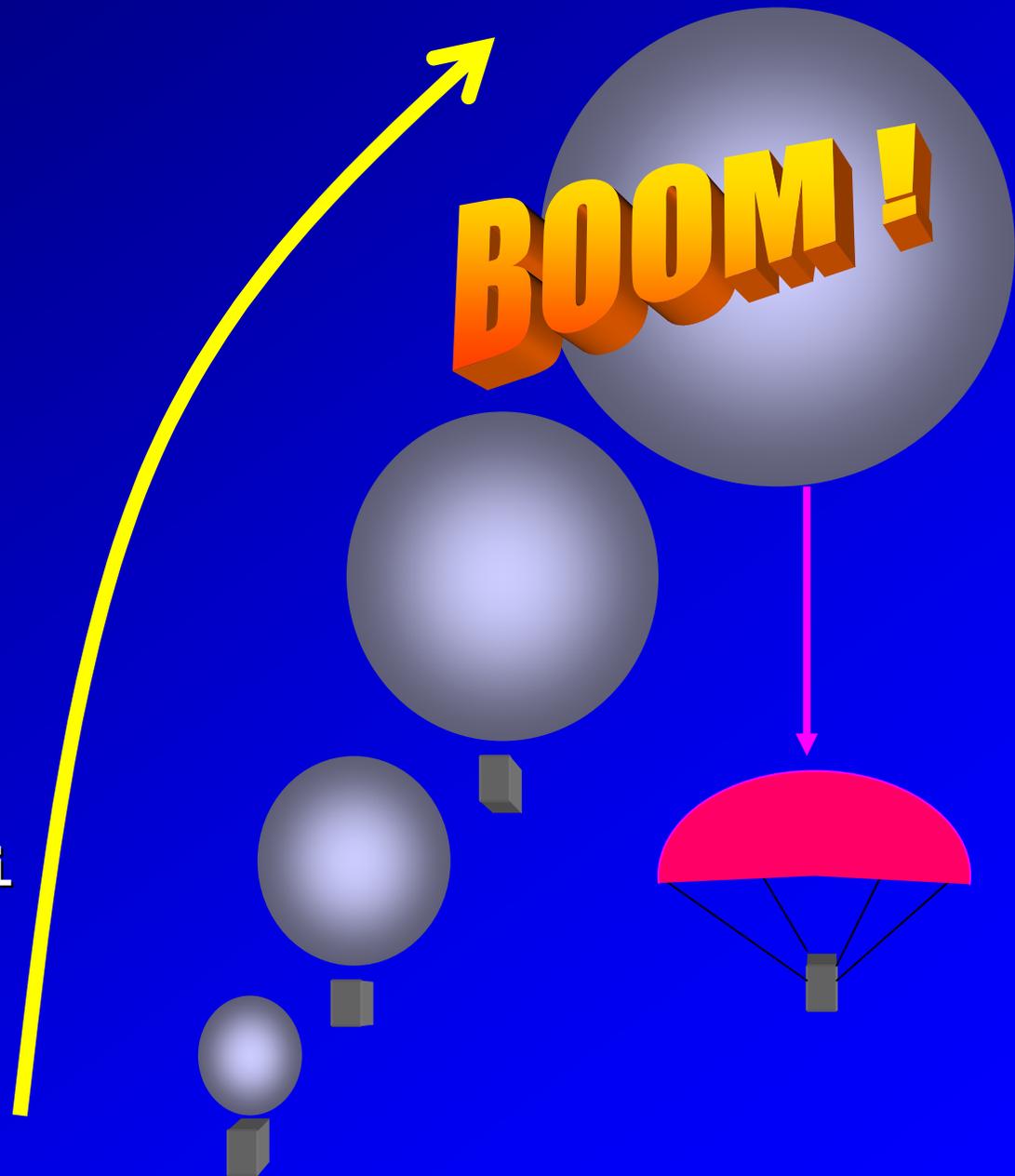


DigicORA Vaisala





- Giunto ad una quota elevata (circa 30 km), a pressioni ambiente bassissime, il pallone cede e la radiosonda precipita verso il suolo.
- Per evitare danni a uomini e cose, alla radiosonda è applicato un paracadute.



Ho visto un UFO !!!

Ogni tanto, le cronache cittadine raccolgono la testimonianza di persone che hanno visto in cielo "oggetti non identificati".

Spesso, è stato dimostrato, si trattava di semplici palloni-sonda.

Ho trovato una radiosonda !!!

- Non è dannosa, non emana radiazioni
 - Se ci sono istruzioni per la restituzione, per piacere ... restituitela
 - se non vi va di conservarla, smaltite correttamente le batterie e buttatela
 - se ve la volete tenere, tenetevela!

Corso Avanzato sul sondaggio termodinamico dell'atmosfera

Parte II:

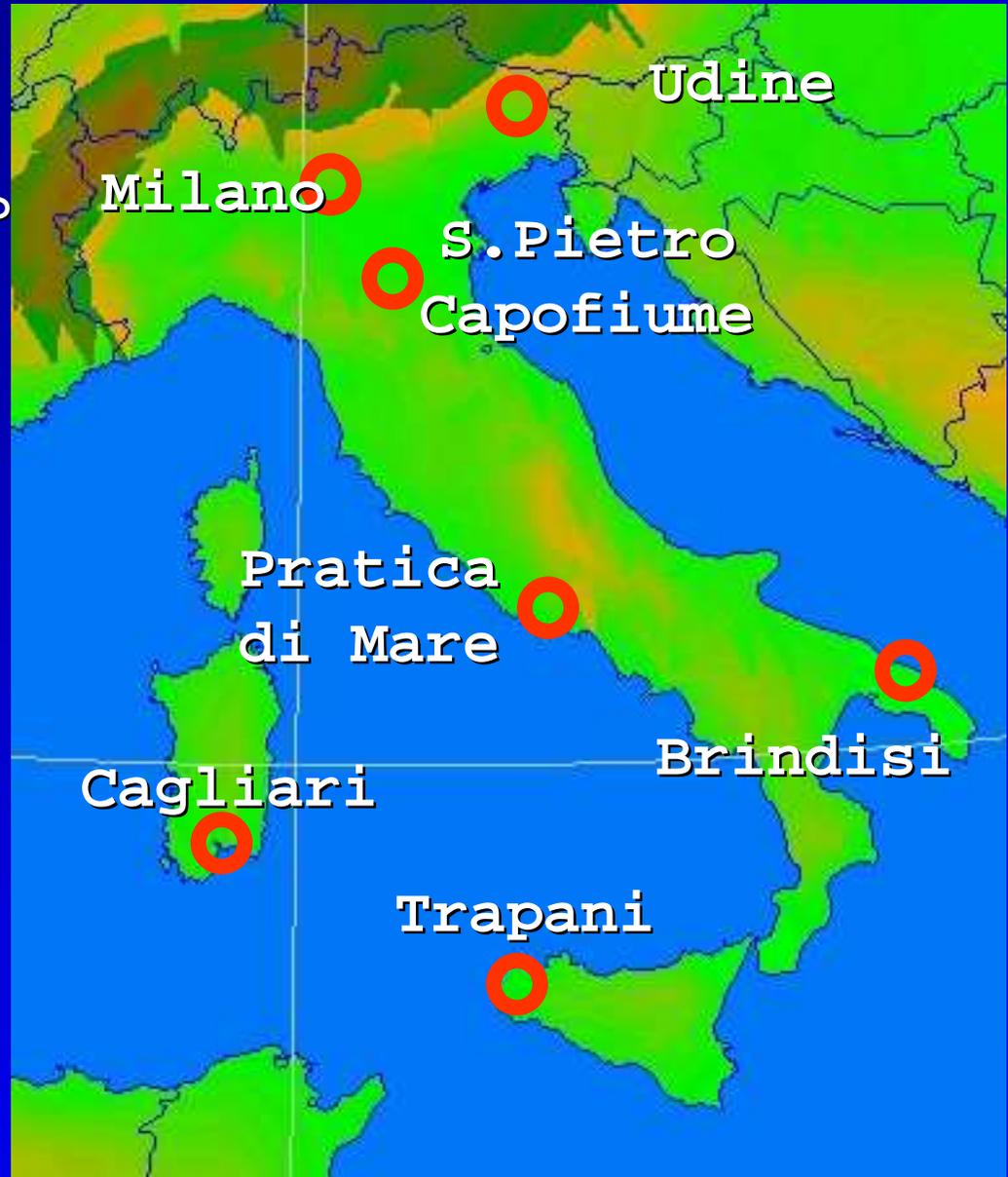
decodifica del TEMP

- Il TEMP è un messaggio codificato che riporta i dati rilevati dalle radiosonde durante il sondaggio termodinamico dell'atmosfera.

•In Italia, le stazioni che effettuano il radiosondaggio alle ore prestabilite (ovvero ogni 6 ore, e precisamente alle 00, 06, 12, 18 UTC), sono 7:

- Milano Linate (16080),
- Udine Rivolto (16044),
- San Pietro Capofiume (Bologna),
- Pratica di Mare (16245),
- Cagliari Elmas (16560),
- Brindisi Casale (16320),
- Trapani Birgi (16429)

tutte mantenute dalla Aeronautica Militare Italiana con propri fondi e personale, eccetto San Pietro Capofiume.



- Le informazioni tratte dal messaggio vanno riportate sui diagrammi termodinamici, e forniscono al previsore una notevole quantità di dati **sulla struttura verticale dell'atmosfera** al momento dell'osservazione.
- In Italia, il Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare utilizza il nomogramma di Herlofson.
- Nel corso delle prossime diapositive approfondiremo il discorso e impareremo a tracciare il diagramma.

I dati vengono codificati nel messaggio TEMP:

USIY01 LIBV 201200

TTAA 70111 16320

99002 18266 17019 00019 17061 18521 92671 08456 20515

85363 02656 21515 70901 08336 20019 50543 27358 24015

40699 39162 22015 30893 43381 22031 25016 43586 22020

20165 45585 23025 15356 48784 24021 10621 54383 32009

88321 45572 20046

77999=

In particolare, questa è la parte "A" del
sondaggio effettuato dalla stazione di Brindisi
(16320).

Quali dati sono riportati nel messaggio TEMP ?

- la **stazione** che ha effettuato il sondaggio
 - **giorno e ora UTC** in cui il sondaggio è stato effettuato
 - pressione, temperatura, differenza tra temperatura e rugiada, direzione e intensità del vento, rilevati al suolo
 - pressione, temperatura, differenza tra temperatura e rugiada, direzione e intensità del vento, rilevati in quota

Il messaggio TEMP è composto da 4
parti: A, B, C, D.

Noi
utilizzeremo
soltanto la
parte A.

USIY01 IBV 201200

TTAA 7011 16320

99002 13266 17019 00019 17061 18521 92671 08456 20515

85363 02656 21515 70901 08336 20019 50543 27358 24015

40699 39162 22015 30893 43381 22031 25016 43586 22020

20165 45585 23025 15356 48784 24021 10621 54383 32009

88321 45572 20046

77999=

Subito dopo la dicitura TTAA troviamo una serie di 5 cifre in cui le prime due indicano il giorno del mese + 50.

```
USIY01 LIBV 201200
```

```
TTAA 70111 16320
```

70111 = (70-50) = giorno 20 del mese

```
99002 18266 17019 00019 17061 18521 92671 08456 20515
```

```
85363 02656 21515 70901 08336 20019 50543 27358 24015
```

```
40699 39162 22015 30893 43381 22031 25016 43586 22020
```

```
20165 45585 23025 15356 48784 24021 10621 54383 32009
```

```
88321 45572 20046
```

```
77999=
```

Le seconde due cifre specificano l'ora UTC in cui il sondaggio è stato effettuato: **70**111 = ore 11 UTC

L'ultima cifra specifica quale
è l'ultima superficie
isobarica esaminata.

70111 = 100 hPa

Esercizio:

2 In che giorno è stato effettuato il sondaggio (1)? (*scrivere nella casella a destra*).

3 A che ora è stato effettuato il sondaggio (1)?

La parte "A" del messaggio è
composta da serie di 5 cifre che
vanno interpretate a gruppi di 3.

USIY01 LIBV 201200

TTAA 70111 16320

99002 18266 17019 00019 17061 18521 92671 08456 20515

85363 02656 21515 70901 08336 20019 50543 27358 24015

40699 39162 22015 30893 43381 22031 25016 43586 22020

20165 45585 23025 15356 48784 24021 10621 54383 32009

88321 45572 20046

77999=

Livelli isobarici standard

99	press. al suolo
00	1000 hPa
92	925 hPa
85	850 hPa
70	700 hPa
50	500 hPa
40	400 hPa
30	300 hPa
25	250 hPa
20	200 hPa
15	150 hPa
10	100 hPa

Il primo
gruppo si
riferisce
ai dati
rilevati al
suolo

USIY01 LIBV 201200

TTAA 70111 16320

99002 18266 17019 00019 17061 18521 92671 08456 20515
85363 02656 21515 70901 08336 20019 50543 27358 24015
40699 39162 22015 30893 43381 22031 25016 43586 22020
20165 45585 23025 15356 48784 24021 10621 54383 32009
88321 45572 20046
77999=

99002 18266 17019

99002 → 1002 hPa

**Esercizio
n.4:**

Suddividi il messaggio
TEMP in gruppi
raccolgendo le serie
di cifre a 3 a 3

USIY01 LIBV 201200

TTAA 70111 16320

99002 18266 17019 / 00019 17061 18521 / 92671 08456 20515 /

85363 02656 21515 70901 08336 20019 50543 27358 24015

40699 39162 22015 30893 43381 22031 25016 43586 22020

20165 45585 23025 15356 48784 24021 10621 54383 32009

88321 45572 20046

77999=

La prima serie di cifre di ogni gruppo indica la superficie isobarica standard di riferimento e quota in metri geopotenziali.

USIY01 LIBV 201200

TTAA 70111 16320

99002 18266 17019 00019 17061 18521 92671 08456 20515

85363 02656 21515 70901 08336 20019 50543 27358 24015

40699 39162 22015 30893 43381 22031 25016 43586 22020

20165 45585 23025 15356 48784 24021 10621 54383 32009

88321 45572 20046

77999=

Le prime due cifre indicano:

00019



superficie
isobarica
standard di
riferimento

Esercizio
n.5 :

Individua i livelli
isobarici standard

USIY01 LIBV 201200

TTAA 70111 16320

99	002	18266	17019	00	019	17061	18521	92	571	08456	20515	/
85	363	02656	21515	70	001	08336	20019	50	543	27358	24015	
40	599	39162	22015	30	393	43381	22031	25	016	43586	22020	
20	165	45585	23025	15	356	48784	24021	10	521	54383	32009	

88321 45572 20046

77999=

Le restanti tre
cifre indicano
la **quota** in
metri
geopotenziali:

USIY01 LIBV 201200

TTAA 70111 16320

99002 18266 17019 00019 17061 18521 92671 08456 20515

85363 02656 21515 70901 08336 20019 50543 27358 24015

40699 39162 22015 30893 43381 22031 25016 43586 22020

20165 45585 23025 15356 48784 24021 10621 54383 32009

88321 45572 20046

77999=

00019



superficie isobarica
standard di
riferimento (in questo
caso = 1000 hPa)

00019



quota della
superficie isobarica
standard di
riferimento (in
questo caso 19 m)

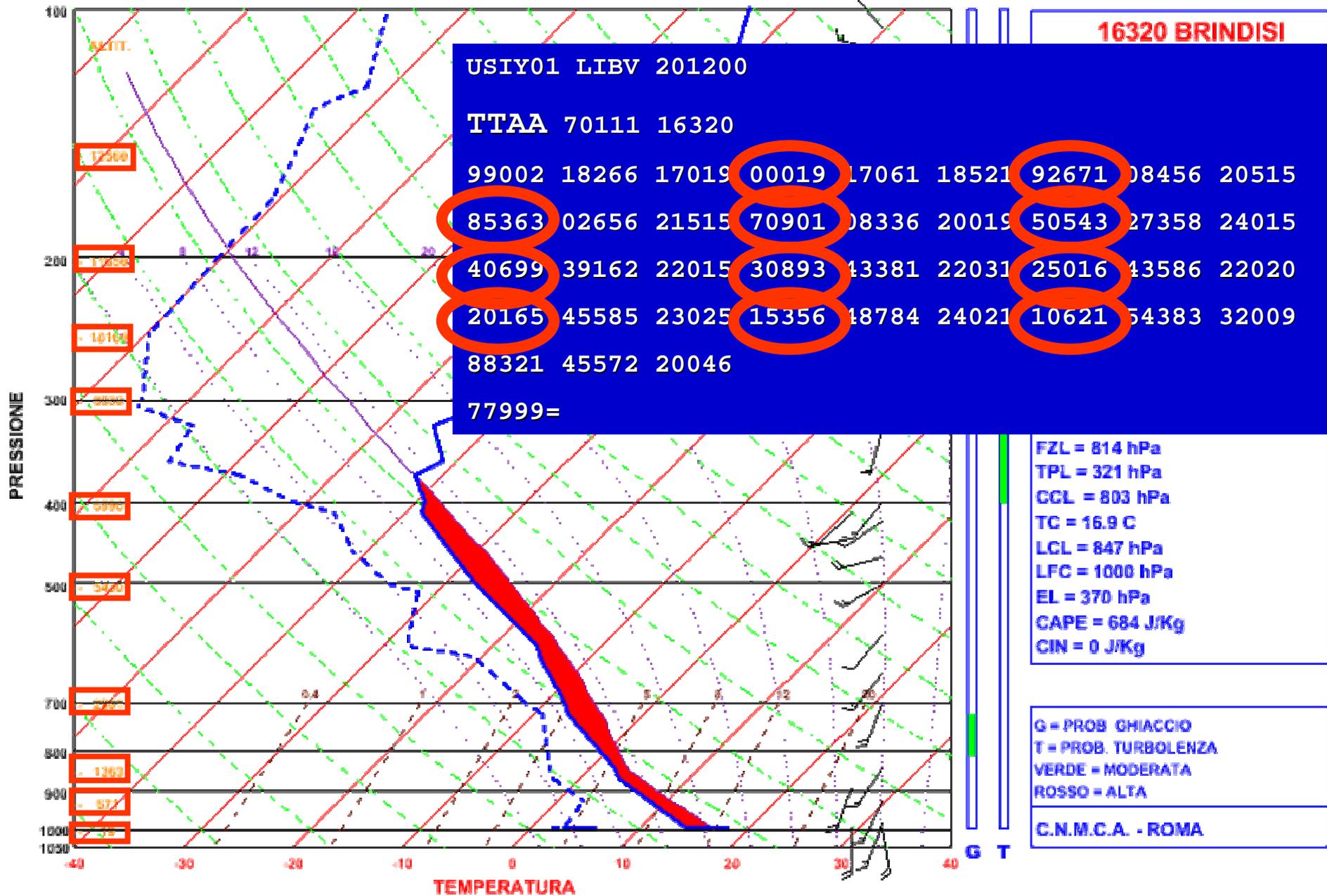
99	suolo		
00	1000 hPa	019	19
92	925 hPa	671	671
85	850 hPa	363	1363
70	700 hPa	901	2901
50	500 hPa	543	5430
40	400 hPa	699	6990
30	300 hPa	893	8930
25	250 hPa	016	10 160
20	200 hPa	165	11650
15	150 hPa	356	13650
10	100 hPa	621	16210

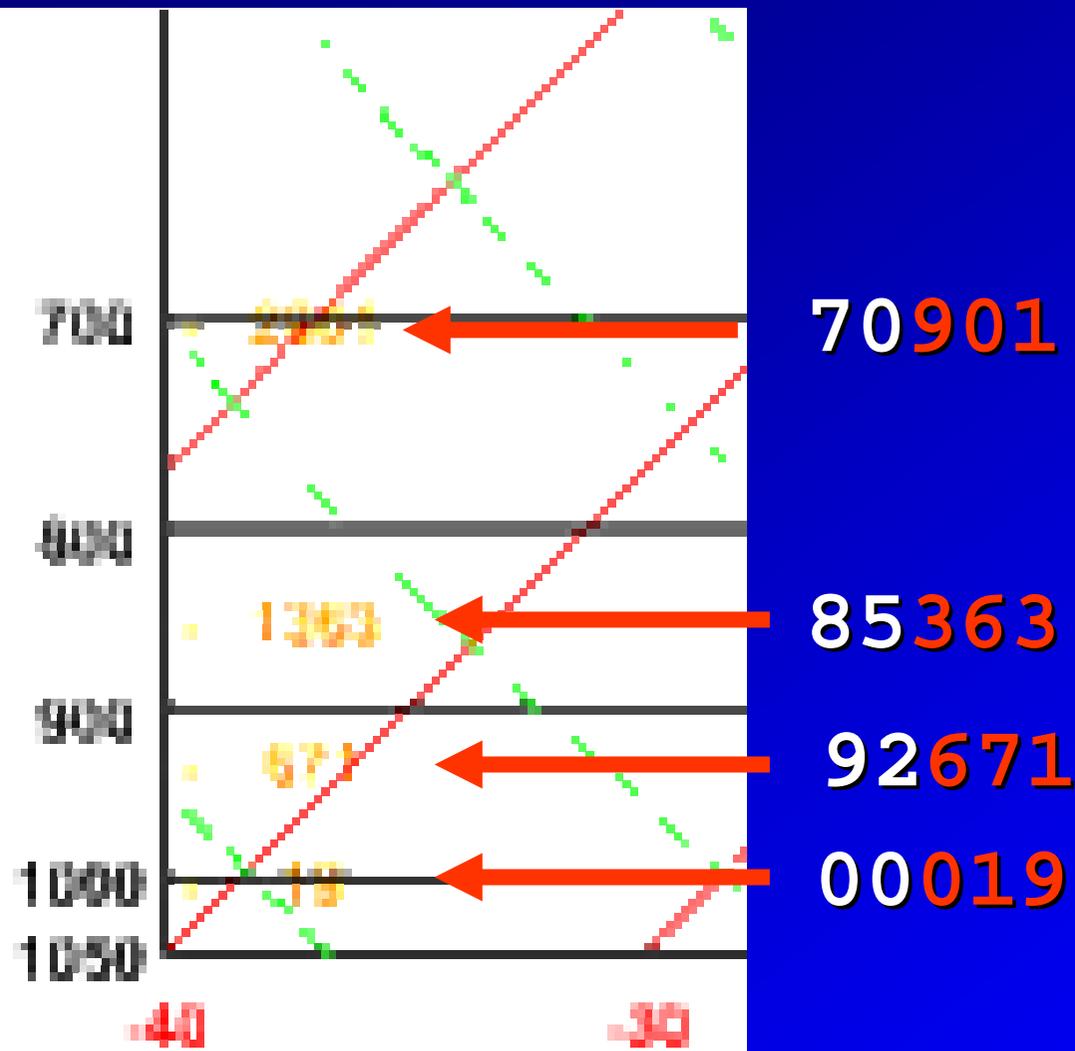
Esercizio n.6: riporta in corrispondenza di ogni livello il gruppo delle superfici isobariche standard e la relativa quota:

6 Riporta, in corrispondenza di ogni livello, il gruppo delle superfici isobariche standard e la relativa quota.	00	1000 hPa	00019	19
	92	925 hPa		
	85	850 hPa		1 _ _ _ _
	70	700 hPa		2/3 _ _ _ _
	50	500 hPa		_ _ _ _ 0
	40	400 hPa		_ _ _ _ 0
	30	300 hPa		_ _ _ _ 0
	25	250 hPa		1 _ _ _ _ 0
	20	200 hPa		1 _ _ _ _ 0
	15	150 hPa		1 _ _ _ _ 0
	10	100 hPa		1 _ _ _ _ 0

DIAGRAMMA DI HERLOFFSON

16320 BRINDISI





70901

85363

92671

00019

La seconda serie di cifre di ogni gruppo indica la temperatura e la differenza tra la temperatura e la temperatura di rugiada:

USIY01 LIBV 201200

TTAA 70111 16320

99008 18266 17019 00019 17061 18521 92671 08456 20515

85368 02656 21515 70901 08336 20019 50541 27358 24015

40694 39162 22015 30893 43381 22031 25016 43586 22020

20166 45585 23025 15356 48784 24021 10621 54383 32009

88321 45572 20046

77999=

Le prime tre cifre indicano:

18266



temperatura (se il 3° numero è pari = pos., se dispari = neg.)



+18,2

Le restanti due cifre indicano:



18266



differenza tra
temperatura e
temperatura di
rugiada

≤ 50	in gradi e decimi di grado
> 50	si sottrae 50 al numero letto e ciò che resta è la differenza in gradi interi

$$66 > 50$$

$$66 - 50 = 16$$

**La differenza tra le due
temperature è 16.**

Esercizio n.7: riporta in corrispondenza di ogni livello il gruppo delle temperature e la decodifica:

99		18266	18,2	16
00	1000 hPa	17061	17,0	11
92	925 hPa
85	850 hPa			
70	700 hPa			
50	500 hPa			
40	400 hPa			
30	300 hPa			
25	250 hPa			
20	200 hPa			
15	150 hPa			
10	100 hPa			

La terza serie
di cifre di
ogni gruppo
indica
direzione e
velocità del
vento alle
varie superfici
isobariche:

USIY01 LIBV 201200

TTAA 70111 16320

99002 18260 17019 00019 17061 18521 02671 08456 20515

85363 02650 21515 70901 08336 20019 60543 27358 24015

40699 39161 22015 30893 43381 22031 25016 43586 22020

20165 45581 23025 15356 48784 24021 10621 54383 32009

88321 45572 20046

77999=

17019



direzione di
provenienza del
vento



170°

17019



Velocità del
vento in nodi



19 kt

La direzione di
provenienza del vento è
arrotondata ai 5° più
vicini.

vento da 323° 45 nodi → 32545

vento da 321° 35 nodi → 32035

Se il vento è superiore a 100
kt, si aumenta di 1 la terza
cifra.

Vento da 240° 115 kt → 24**1**15

Vento da 245° 115 kt → 24**6**15

Interpretiamo insieme:

Da dove proviene il vento ?

TTAA 56111 16320

99000 21461 20016 00001 /////
92663 13059 20024

85367 07056 20024 70928 04508 23526 50550 20557 24036

40711 33157 25560 30911 39970 26627 25034 47970 26136

20178 54173 25601 15366 51983 25023 10628 51383 15513

88205 54971 25604 88131 54583 25048

77256 26139 41723=

Interpretiamo insieme:

Qual è l'intensità del vento ?

TTAA 56111 16320

99000 21461 20016 00001 /////
92663 13059 20024

85367 07056 20024 70928 04508 23526 50550 20557 24036

40711 33157 25560 30911 39970 26627 25034 47970 26136

20178 54173 25601 15366 51983 25023 10628 51383 15513

88205 54971 25604 88131 54583 25048

77256 26139 41723=

DIAGRAMMA DI HERLOFFSON

USIY01 LIBV 201200

TAA 70111 16320

99002 1826 17019 00019 17061 18521 02671 08456 20515

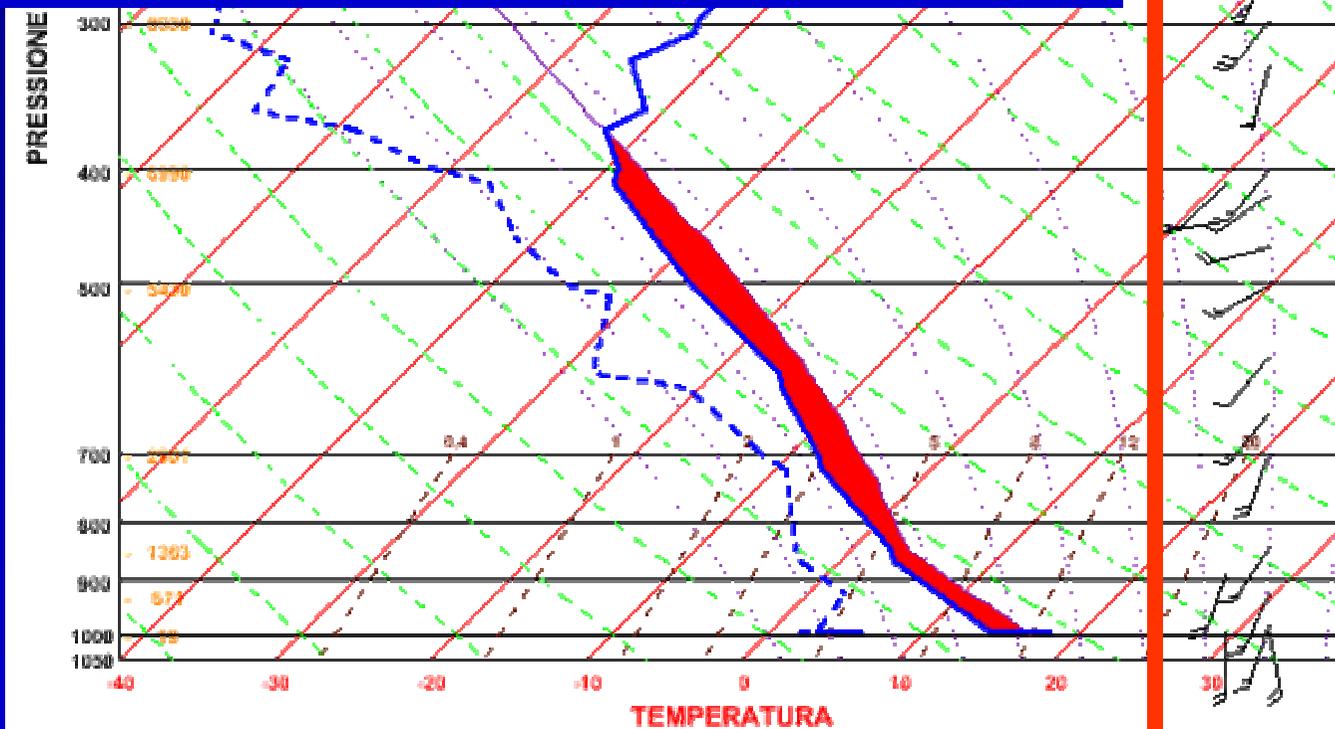
85363 0265 21515 70901 08336 20019 050543 27358 24015

40699 3916 22015 30893 43381 22031 05016 43586 22020

20165 4558 23025 15356 48784 24021 060621 54383 32009

88321 45572 20046

77999=



16320 BRIN
20-04-2004 12

INDICI DI INSTABILITÀ

KO -2.6
LT -2
WHITING 22.9
SHOWALTER 2.2
SWEAT 141

LIVELLI E GRANDEZZE C

PW = 13.8 mm
FZL = 814 hPa
TPL = 321 hPa
CGL = 803 hPa
TC = 16.9 C
LCL = 847 hPa
LFC = 1000 hPa
EL = 370 hPa
CAPE = 684 J/Kg
CIN = 0 J/Kg

G = PROB. GHIACCIO
T = PROB. TURBOLENZA
VERDE = MODERATA
ROSSO = ALTA

C.N.M.C.A. - ROMA

Esercizio n.8: riporta in corrispondenza di ogni livello il gruppo del vento e la relativa decodifica:

99		17019	170°	19 kt
00	1000 hPa			
92	925 hPa			
85	850 hPa			
70	700 hPa			
50	500 hPa			
40	400 hPa			
30	300 hPa			
25	250 hPa			
20	200 hPa			
15	150 hPa			
10	100 hPa			

LA TROPOPAUSA

USIY01 LIBV 201200

TTAA 70111 16320

99002 18266 17019 / 00019 17061 18521 / 92671 08456 20515 /

85363 02656 21515 70901 08336 20019 50543 27358 24015

40699 39162 22015 30893 43381 22031 25016 43586 22020

20165 45585 23025 15356 48784 24021 10621 54383 32009

88321 45572 20046

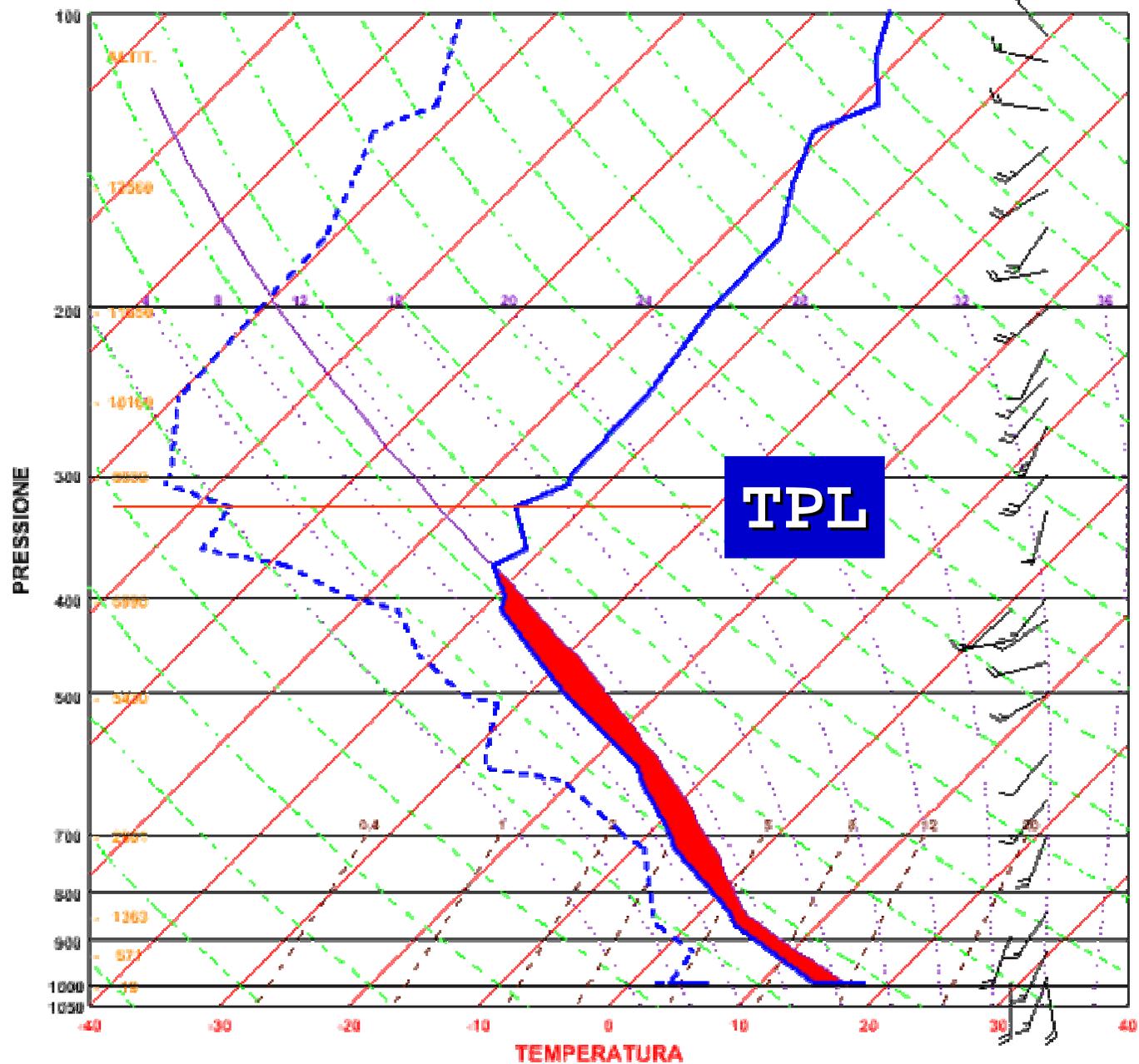
77999=

88321 = SUP.ISOBARICA A CUI SI TROVA LA TP = 321 hPa

45572 =

20046 =

DIAGRAMMA DI HERLOFFSON



16320 BRINDISI
20-04-2004 12 UTC

INDICI DI INSTABILITA'

KO -2.6
LT -2
WHITING 22.9
SHOWALTER 2.2
SWEAT 141

LIVELLI E GRANDEZZE CARATT.

PW = 13.8 mm
FZL = 814 hPa
TPL = 321 hPa
GCL = 803 hPa
TC = 16.9 C
LCL = 847 hPa
LFC = 1000 hPa
EL = 370 hPa
CAPE = 684 J/Kg
CIN = 0 J/Kg

G = PROB. GHIACCIO
T = PROB. TURBOLENZA
VERDE = MODERATA
ROSSO = ALTA

C.N.M.C.A. - ROMA

IL VENTO MASSIMO

USIY01 LIBV 201200

TTAA 70111 16320

99002 18266 17019 / 00019 17061 18521 / 92671 08456 20515 /

85363 02656 21515 70901 08336 20019 50543 27358 24015

40699 39162 22015 30893 43381 22031 25016 43586 22020

20165 45585 23025 15356 48784 24021 10621 54383 32009

88321 45572 20046

77999=

999 = non c'è vento max

IL VENTO MASSIMO

TTAA 56111 16320

99000 21461 20016 00001 /////
92663 13059 20024

85367 07056 20024 70928 04508 23526 50550 20557 24036

40711 33157 25560 30911 39970 26627 25034 47970 26136

20178 54173 25601 15366 51983 25023 10628 51383 15513

88205 54971 25604 88131 54583 25048

77256 **26139** 41723=

77256 → 256 hPa

26139 → 260° 139 kt

Riassumendo

Attraverso il sondaggio termodinamico dell'atmosfera, siamo in grado di conoscere (sulla verticale della stazione):

- quota delle **superfici isobariche standard**
- **temperatura e rugiada** alle diverse quote (e quindi l'umidità relativa)
- direzione di provenienza e intensità del **vento** alle diverse quote

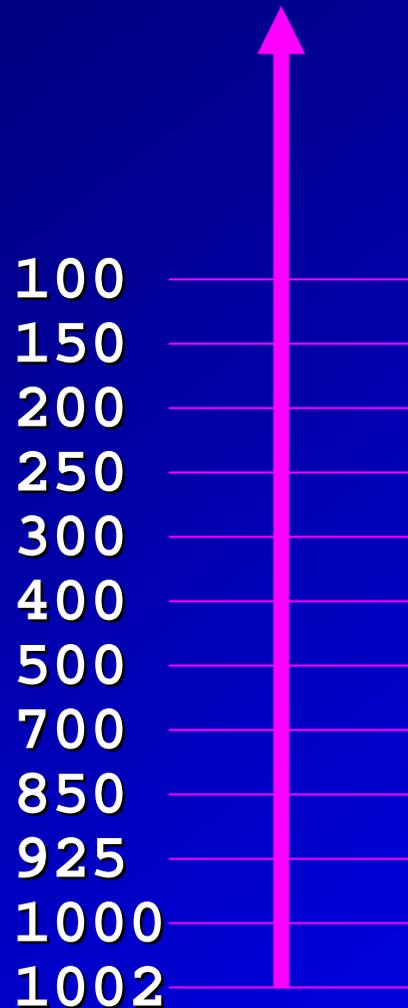
Quindi ...

Possiamo conoscere come variano
la **temperatura dell'aria** e la
temperatura di rugiada con la
quota.

Possiamo individuare
le variazioni di
direzione e di
intensità del **vento**
con la quota, e dove è
localizzato il vento
massimo.

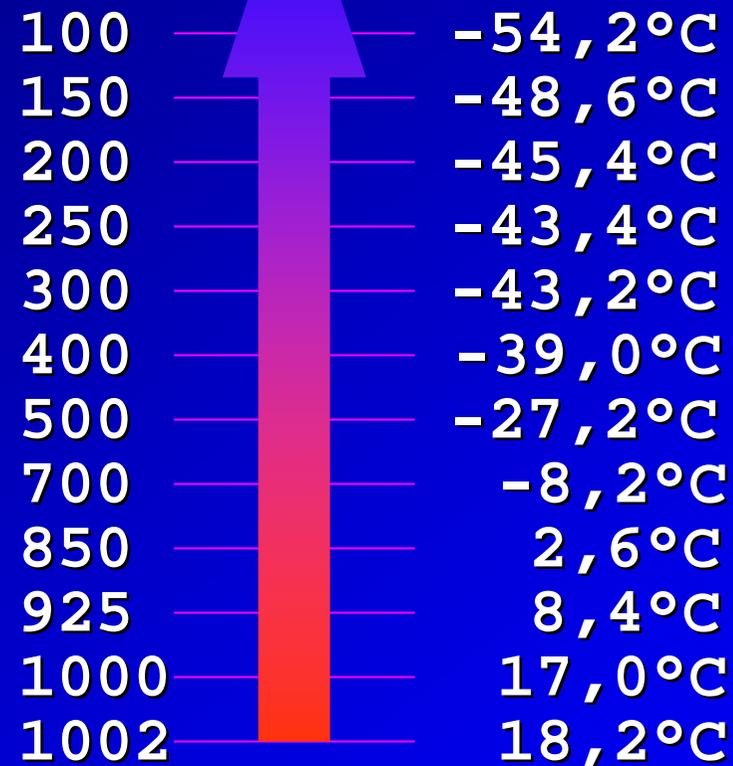
Possiamo sapere
a che quota si
trova la
tropopausa.

Possiamo già verificare sperimentalmente
alcuni dei concetti studiati teoricamente.



... che la pressione
atmosferica
diminuisce con la
quota.

... che la temperatura,
in genere, diminuisce
con la quota.



... che esiste uno strato in cui la temperatura smette di diminuire e resta per un po' costante.

